

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-191720

(43)Date of publication of application : 13.07.1999

(51)Int.Cl.

H03H 9/145
H03H 9/25

(21)Application number : 09-358319

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 25.12.1997

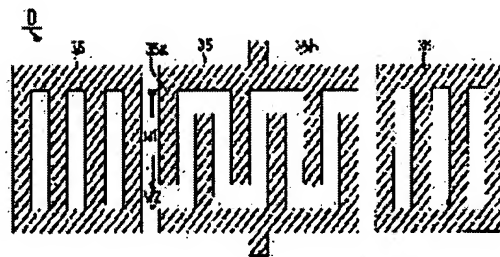
(72)Inventor : OHARA IKUO

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE AND SURFACE ACCOSTING WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the pass band characteristics and the attenuation characteristics of the SAW filter by making a Δf adjustable of each SAW device formed on a piezoelectric substrate.

SOLUTION: The surface acoustic wave SAW device D1 is formed by forming at least a couple of inter-digital transducers IDTs on a principal surface of a piezoelectric substrate, and a relation of $0.04 \leq w2/w1 \leq 0.20$ is established, where $w1$ is a length of an electrode finger 30a of the IDT electrode 30 and $w2$ is an interval between the tip of the electrode finger 30a and a bus bar 30 of the opposed IDT electrode 30. Then a small electrode finger 30b is projected from the bus bar 30c toward to the interval.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-191720

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月13日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 3 H 9/145

識別記号

F I
H 0 3 H 9/145

D
Z
Z

9/25

9/25

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-358319

(22) 出願日 平成9年(1997)12月25日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田島羽殿町6番地

(72) 発明者 尾原 郁夫

京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京

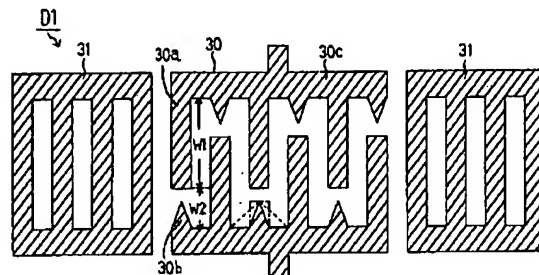
セラ株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置及び弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 圧電基板上に形成された SAW 装置の Δf を個々の SAW 装置毎に調整可能とし、SAW フィルタの通過帯域特性や減衰特性等を改善する。

【解決手段】 圧電基板の主面に少なくとも一対の IDT 電極 30 を形成して成る SAW 装置 D1 であって、前記 IDT 電極 30 の電極指 30a の長さを $w1$ 、前記電極指 30a 先端と相対する IDT 電極 30 のバスバー 30c との間隔を $w2$ とした場合、 $0.04 \leq w2/w1 \leq 0.20$ であり、かつ前記間隔部に前記バスバー 30c より小電極指 30b を突設させた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電基板の主面に少なくとも一組の櫛歯状電極を形成して成る弾性表面波装置であって、前記櫛歯状電極の電極指の長さを w_1 、前記電極指先端と相対するバスバーとの間隔を w_2 とした場合、 $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$ とし、かつ前記間隔部に前記電極指先端と相対するバスバーより小電極指を突設させたことを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項2】前記小電極指は、前記バスバーから前記電極指先端方向に向けて先細り状となっている請求項1記載の弾性表面波装置。

【請求項3】同一の圧電基板上において複数の弾性表面波装置を接続して成る梯子型弾性表面波フィルタ又は平衡型弾性表面波フィルタであって、前記弾性表面波装置の少なくとも1個が請求項1又は2の弾性表面波装置であることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯電話やセルラ電話等の通信機器に内蔵される共振子や周波数帯域フィルタとして使用される弾性表面波装置及び弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の弾性表面波（Surface Acoustic Waveで、以下、SAWと略す）装置Dを図3に示す。同図において、35はA1等から成り櫛歯状電極のIDT（Inter Digital Transducer）電極、35aはIDT電極35の電極指、35bは電極指35aを複数本設けるための共通電極であるバスバー、36はIDT電極35のSAW伝搬路の両端に配置されSAWを効率良く共振させる反射器、 w_1 は電極指35aの長さ、 w_2 は電極指35aと相手側のバスバー35bとの間隔である。尚、これらの部品はLiTaO₃等の圧電基板（図示せず）上に形成されるものであり、また電極指35aの対数は数10～数100対、反射器36の電極指の本数は数10～数100本に及ぶため、同図では簡略化して描いてある。

【0003】また、図5に、従来の3段のラダー型（梯子型）SAWフィルタF1の回路図を示す。このラダー型SAWフィルタF1は、圧電基板1上において直列SAW共振子2a～2cと並列SAW共振子3a～3cとを交互に接続して構成する。尚、同図において、4は直列SAW共振子2a～2cと並列SAW共振子3a～3cを接続する配線パターン、5は外部の駆動回路等と接続するためのワイヤーである。

【0004】上記SAW装置（SAW共振子）Dは、図4に示すように、周波数によってインピーダンスが極小になる共振周波数（ f_r ）10と、逆にインピーダンスが極大になる反共振周波数（ f_a ）11を併せ持つ2重共振特性を示す。同図において、9はSAW共振子のイ

ンピーダンス $|Z|$ －周波数特性（以下、インピーダンス特性という）、12は等価容量である。そして、上記ラダー型SAWフィルタF1については、図6に示すように、直列SAW共振子2a～2cの共振周波数7aと並列SAW共振子3a～3cの反共振周波数8bとが交差しない程度に近づけて設定することにより、これらの周波数近傍を通過帯域7fとする帯域通過フィルタを構成できることが提案されている（特開平6-232682号公報参照）。

【0005】尚、図6において、7は直列SAW共振子2a～2cのインピーダンス特性、7bは直列SAW共振子2a～2cの反共振周波数、7cは後述するように本発明により急峻性を改善された場合の直列SAW共振子2a～2cの反共振周波数である。また、8は並列SAW共振子3a～3cのインピーダンス特性、8aは並列SAW共振子3a～3cの共振周波数、8cは後述するように本発明により急峻性を改善された場合の並列SAW共振子3a～3cの共振周波数である。

【0006】そして、携帯電話等の通信機器用のSAWフィルタにおいては、要求仕様によりSAW共振子のインピーダンス特性を最適に設計する。SAW共振子のインピーダンス特性を決定付ける代表的なパラメータとして、共振周波数 f_r 、反共振周波数 f_a 、 $\Delta f = f_a - f_r$ 及び等価容量があり、これらのパラメータはSAW共振子のIDT電極35の設計により調整でき、 f_r はIDT電極35の電極指35aピッチ、等価容量は電極指35aの交差幅（ $w_1 - w_2$ ）と電極指35aの対数によって制御できる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、 f_a は主として圧電基板1の電気機械結合係数によって決定されるため、IDT電極35の材質及び膜厚を決定するとほぼ決まってしまう、圧電基板1上の個々のSAW共振子毎に f_a を自由に設定できないという問題があった。従って、SAWフィルタの通過帯域幅を変化させようとすると、圧電基板1の材質又はウェハの結晶方位の変更によって解決する必要性が生じていた。また、SAWフィルタの通過帯域幅が決定すると、減衰傾度（減衰帯域幅／通過帯域幅）を改善する方法はなかった。

【0008】上記の通り、従来のラダー型SAWフィルタや格子型SAWフィルタでは、SAW共振子の Δf は使用する圧電基板1の電気機械結合係数によって定まる。このため、同一圧電基板1上に形成された複数のSAW共振子は、絶対値は異なるものの夫々同等のインピーダンス特性及び Δf を持つ結果となる。

【0009】故に、このようなSAW共振子により構成するSAWフィルタでは、減衰傾度が限定され、目的とする通過帯域特性及び減衰特性の両方を満足することは困難であった。また、近年、SAWフィルタのような周波数制御用の電子部品に対する性能向上の要求は強く、

例えば図6の点線に示すように、SAWフィルタの通過帯域幅を変えずに減衰特性を急峻にするといった必要が生じている。

【0010】従って、本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は同一の圧電基板上に形成されたSAW装置（SAW共振子）の Δf を個々のSAW装置毎に調整可能とし、SAWフィルタの通過帯域特性や減衰特性等を改善することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の弾性表面波装置は、圧電基板の主面に少なくとも一組の櫛歯状電極を形成して成る弾性表面波装置であって、前記櫛歯状電極の電極指の長さを w_1 、前記電極指先端と相対するバスバーとの間隔を w_2 とした場合、 $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$ とし、かつ前記間隔部に前記電極指先端と相対するバスバーより小電極指を突設させたことを特徴とする。

【0012】本発明において、好ましくは、前記小電極指は、前記バスバーから前記電極指先端方向に向けて先細り状となっている。

【0013】また、本発明の弾性表面波フィルタは、同一の圧電基板上において複数の弾性表面波装置を接続して成る梯子型弾性表面波フィルタ又は平衡型弾性表面波フィルタであって、前記弾性表面波装置の少なくとも1個が上記の弾性表面波装置であることを特徴とする。

【0014】本発明は上記構成により、以下のような効果を奏する。圧電基板用のリチウムタンタレート（ LiTaO_3 ）単結晶やリチウムニオブート（ LiNbO_3 ）単結晶の場合、IDT電極の電極指の交差部と非交差部（小電極指部）では、明らかに電気機械結合係数 k^2 が異なる。そして、開口率（ $w_2/w_1 \times 100\%$ ）を変化させることにより、電極指部の電気機械結合係数 k^2 は小電極指部の影響を受け減少する。

【0015】ここで、開口率と Δf の関係を図8に示す。開口率4%未満では Δf の変化率が大きく設計上の自由度は大きい。製造偏差が通過帯域に与える影響が甚大であるため無視できないばかりでなく、フォトリソグラフィー法等による微細加工の歩留りが急激に劣化する。例えば、950MHzのリチウムタンタレート単結晶で考察すると、SAW波長 λ は約 $3.7\mu\text{m}$ 、電極指の交差幅（ $w_1 - w_2$ ）は 10λ 程度が適当である場合が多く、開口率4%は約 $0.15\mu\text{m}$ となるため、この精度未満ではフォトリソグラフィー法による正確な形成が困難である。一方、開口率が20%を超えると、 Δf の変化が飽和する。

【0016】また、図3のSAW装置Dにおいて、外部より高周波信号が入力されることにより電極指35a部に擬似SAWを生じるが、この擬似SAWは電極指35a中央部のSAW伝搬軸から拡散し、間隔 w_2 部を伝搬する波が発生する。尚、前記間隔 w_2 部に相当する電極

指35a部を電極指首部（非交差部）という。この電極指首部は、電極指35a部に比して電極面積が小さいため、電極指首部を伝搬するSAWと、電極指35a中央部（交差部）を伝搬するSAWとで、速度差が生じる。これにより電気機械結合係数 k^2 が小さくなった場合と同じ現象を示し、 Δf が小さくなる。

【0017】SAW共振子の共振特性は、電極指35a部のSAWと電極指首部のSAWとの合成特性となるため、開口率を調整することで Δf をコントロールできる。また、開口率を比較的大きくした場合、フォトリソグラフィー工程における前記電極指首部での露光量が大きくなり、所謂ハレーションにより前記電極指首部の線幅が設定値よりも細くなるという問題が生じる。この場合、細くなった部分の電気抵抗が増大するため、挿入損失の増加や耐電力性（信頼性）の低下を招くことになる。

【0018】そこで、開口率を変更した場合に、電極指首部の線幅減少を防ぐため、間隔 w_2 部にバスバーより突設されかつ電極指35aに接しない小電極指を設ける。このとき、小電極指の形状を電極指35aと同様の方形状とすると、上記速度差が小さくなり Δf の制御が難しくなる。従って、小電極指を、バスバーから電極指35a先端に向かうにつれて先細り状、換言すると線幅が狭くなるように形成することで、上記速度差を失うことなく、電極指首部の線幅の細線化を防ぐことができる。

【0019】本発明のSAWフィルタは、図6に示すように、例えば1個のSAW共振子の Δf を小さくすることにより、このSAW共振子の共振周波数 f_r から反共振周波数 f_a 迄のインピーダンス特性は、他のSAW共振子に比して急激に変化することとなる。その結果、SAWフィルタの特性は、通過帯域 $7f$ 幅を維持したまま減衰傾度が急峻になる。より具体的には、図7に示すように、SAWフィルタの減衰極が24aから24bに移動するため、減衰量を20aから20bにできる。尚、同図において、19は通過帯域、20は減衰域である。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明のSAW装置について以下に説明する。図1と図2は本発明によるSAW装置D1、D2の基本構成の平面図である。図1において、30はIDT電極、30aは電極指、30bは小電極指、30cはバスバー、31は反射器である。電極指30aの長さを w_1 、電極指30a先端と相対するIDT電極30のバスバー30cとの間隔を w_2 とした場合、 $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$ であり、前記間隔部においてバスバー30cより突設された小電極指30bを設ける。

【0021】図1の例では、小電極指30bが三角形状とされており、点線部で示すように小電極指30bの底辺部を幅広にしたり、小電極指30bを曲線的に形成し

てもよい。図2の例は、小電極指30bが2つの三角形部から成り、3つ以上に分割してもよい。

【0022】本発明において、小電極指先端と電極指35a先端との間隔は $0.15\lambda \sim 0.35\lambda$ が好ましく、 0.15λ 未満ではフォトリソグラフィー法等による微細加工の歩留りが急激に劣化する。また、 0.35λ を超えると電極指35aと小電極指の間隔が広がるためハレーションによる細線化が顕著になる。

【0023】また、小電極指の面積は、小電極指が方形の場合（図1の一点鎖線部）と比較して、その50%～150%（図1の点線部）とするのがよく、50%未満では小電極指を施す効果、つまりハレーションによる細線化を抑制する効果が低下し、150%を超えると Δf を制御することが困難になる。

【0024】図5のラダー型SAWフィルタF1に本発明を適用した場合について、以下に説明する。直列SAW共振子2b、2cの2個について、図1のように構成する。図6は、ラダー型SAWフィルタF1の通過帯域の周波数特性（上側のグラフ）と、SAW共振子のインピーダンス特性（上側のグラフ）を示す。直列SAW共振子2aのインピーダンス特性7は、 $w2/w1$ を従来より大きくしたことにより Δf が減少し、共振周波数7aを保持したまま反共振周波数7bが低周波側に移動し7cとなる。このインピーダンス特性の変化に対応して、SAWフィルタF1の通過帯域の周波数特性は高域側の減衰特性が急峻になる。

【0025】また、並列SAW共振子3bのインピーダンス特性8は、 $w2/w1$ を従来より大きくしたことにより Δf が減少し、反共振周波数8bを保持して、共振周波数8aが高周波側に移動し8cとなる。このインピーダンス特性の変化に対応して、SAWフィルタF1の通過帯域の周波数特性は低域側の減衰特性が急峻に変化する。

【0026】このような $w2/w1$ の調整によって得られる Δf の変化幅は、 42° Yカット-X伝搬のLiTaO₃単結晶から成る圧電基板1で決まる Δf に対して約10%であり、SAWフィルタの減衰特性の急峻度を十分に改善することができる。

【0027】具体的には、900MHz帯のSAWフィルタF1について、本発明の2個のSAW共振子2b、2cの電極指30aは、86対と94対、電極指30aの長さ $w1$ は共に 10λ 、電極指30aの材質は蒸着法により成膜したAlを用い、電極指30aの厚みは共に 410nm 、間隔 $w2$ は $w1$ の12.5%に共に設定した。また、電極指30a幅及び電極指30a間隔は夫々約 $1\mu\text{m}$ である。図11に改善前の信号レベルの周波数特性を、図12に本発明によって得られた周波数特性を示す。本発明により減衰特性が改善されている。

【0028】図9に本発明による対称格子状の平衡型（ブリッジ型）SAWフィルタF2の回路図を示す。直

列腕に接続された2個のSAW共振子40、41について、本発明を適用している。尚、同図において、42、43は並列腕に接続された2個のSAW共振子、45a、45bは入力端子、46a、46bは出力端子である。

【0029】図10に、平衡型SAWフィルタF2の通過帯域の周波数特性と、SAW共振子40～43のインピーダンス特性を示す。SAW共振子40のインピーダンス特性17は、 $w2/w1$ を従来より大きくしたことにより Δf が減少し、共振周波数17aを保持したまま反共振周波数17bが低周波側に移動し17cとなる。このインピーダンス特性の変化に対応して、SAWフィルタF2の通過帯域17fの周波数特性は高域側の減衰特性が急峻になる。

【0030】また、SAW腕共振子42、43のインピーダンス特性18は、 $w2/w1$ を従来より大きくしたことにより Δf が減少し、反共振周波数18bを保持して、共振周波数18aが高周波側に移動し18cとなる。このインピーダンス特性の変化に対応して、SAWフィルタF2の通過帯域17fの周波数特性は低域側の減衰特性が急峻になる。

【0031】このような $w2/w1$ の調整によって得られる Δf の変化幅は、ラダー型SAWフィルタF1と同様、 42° Yカット-X伝搬のLiTaO₃単結晶から成る圧電基板1で決まる Δf に対して約10%であり、SAWフィルタの減衰特性の急峻度を十分に改善することができる。

【0032】具体的には、900MHz帯のSAWフィルタF2について、本発明の2個のSAW共振子40、41の電極指30aは、60対と60対、電極指30aの長さ $w1$ は共に 15λ 、電極の材質は蒸着法により成膜したAlを用い、電極指30aの厚みは共に 410nm 、間隔 $w2$ は $w1$ の12.0%に共に設定した。また、電極指30a幅及び電極指30a間隔は夫々約 $1\mu\text{m}$ である。図13に改善前の信号レベルの周波数特性を、図14に本発明によって得られた周波数特性を示す。本発明により減衰特性が改善されている。

【0033】本発明において、IDT電極30はAlあるいはAl合金（Al-Cu系、Al-Ti系等）からなり、特にAlが励振効率が高く、材料コストが低いので好ましい。また、IDT電極30は蒸着法、スパッタリング法又はCVD法等の薄膜形成法により形成する。

【0034】そして、IDT電極30の電極指30aの対数は50～200程度、電極指30aの線幅は $0.1 \sim 10.0\mu\text{m}$ 程度、電極指30aの間隔は $0.1 \sim 10.0\mu\text{m}$ 程度、電極指30aの開口幅（交差幅）は $10 \sim 100\mu\text{m}$ 程度、IDT電極30aの厚みは $0.2 \sim 0.4\mu\text{m}$ 程度とすることが、SAW共振子あるいはSAWフィルタとしての所期の特性を得るうえで好適である。また、IDT電極30aの電極指間に酸化亜鉛、

酸化アルミニウム等の圧電材料を成膜すれば、SAWの共振効率が向上し好適である。

【0035】圧電基板としては、 $36^\circ \pm 10^\circ$ Yカット-X伝搬の LiTaO_3 単結晶、 64° Yカット-X伝搬の LiNbO_3 単結晶、 45° Xカット-Z伝搬の LiB_4O_7 単結晶等が、電気機械結合係数が大きく且つ群遅延時間温度係数が小さいため好ましく、特に電気機械結合係数の大きな $36^\circ \pm 10^\circ$ Yカット-X伝搬の LiTaO_3 単結晶が良い。また、結晶Y軸方向におけるカット角は $36^\circ \pm 10^\circ$ の範囲内であれば良く、その場合十分な圧電特性が得られる。圧電基板の厚みは0.1~0.5mm程度がよく、0.1mm未満では圧電基板が脆くなり、0.5mm超では材料コストが大きくなる。

【0036】かくして、本発明のSAW装置は、IDT電極の電極指の開口率($w_2/w_1 \times 100\%$)を調整することにより Δf を制御できるとともに、フォトリソグラフィ工程でIDT電極を形成する際に電極指首部が細線化するのを防止でき、また、本発明のSAW装置でSAWフィルタを構成した場合、通過帯域端部の減衰特性が改善されるという作用効果を有する。

【0037】更には、本発明のSAWフィルタにおいて、 $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$ とし小電極指を設けたSAW装置を少なくとも1個有していればよく、勿論全てのSAW装置を上記構成としてもよい。また、圧電基板の両主面(表裏面)にSAW装置又はSAWフィルタを設けても構わない。

【0038】尚、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲内で種々の変更は何等差し支えない。

【0039】

【発明の効果】本発明は、IDT電極の電極指の長さを w_1 、電極指先端と相対するIDT電極のバスバーとの間隔を w_2 とした場合、 $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$ であり、前記間隔部において前記バスバーより小電極指を突設させたことにより、SAW装置の Δf を制御できるとともに、フォトリソグラフィ工程でIDT電極を形成する際に電極指首部が細線化するのを防止でき、また、SAWフィルタを構成した場合、通過帯域端部の減衰特性が改善される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のSAW装置D1の基本構成の平面図である。

【図2】本発明のSAW装置D2の基本構成の平面図である。

【図3】従来のSAW装置Dの基本構成の平面図である。

【図4】従来のSAW装置Dのインピーダンス特性のグ

ラフである。

【図5】本発明を適用できるラダー型SAWフィルタF1の回路図である。

【図6】ラダー型SAWフィルタF1の通過帯域の周波数特性のグラフと、直列SAW共振子及び並列SAW共振子のインピーダンス特性のグラフである。

【図7】ラダー型SAWフィルタF1の通過帯域端部の減衰特性改善について説明するためのグラフである。

【図8】本発明のSAW装置の開口率と Δf との関係を示すグラフである。

【図9】本発明による平衡型SAWフィルタF2の回路図である。

【図10】平衡型SAWフィルタF2の通過帯域の周波数特性のグラフと、直列腕に接続されたSAW共振子及び並列腕に接続されたSAW共振子のインピーダンス特性のグラフである。

【図11】従来のラダー型SAWフィルタF1の通過帯域の周波数特性のグラフである。

【図12】本発明によるラダー型SAWフィルタF1の通過帯域の周波数特性のグラフである。

【図13】従来の平衡型SAWフィルタF2の通過帯域の周波数特性のグラフである。

【図14】本発明による平衡型SAWフィルタF2の通過帯域の周波数特性のグラフである。

【符号の説明】

1：圧電基板

2a：直列SAW共振子

2b：直列SAW共振子

2c：直列SAW共振子

30 3a：並列SAW共振子

3b：並列SAW共振子

3c：並列SAW共振子

4：配線パターン

5：ワイヤー

7：直列SAW共振子のインピーダンス特性

7a：共振周波数

7b：反共振周波数

7c：反共振周波数

8：並列SAW共振子のインピーダンス特性

40 8a：共振周波数

8b：反共振周波数

8c：共振周波数

9：SAW共振子のインピーダンス特性

30 IDT電極

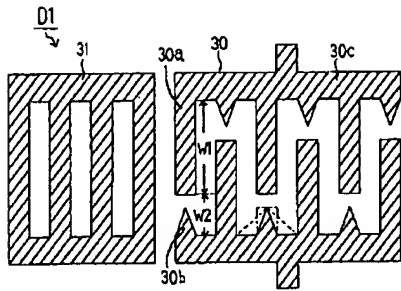
30a：電極指

30b：小電極指

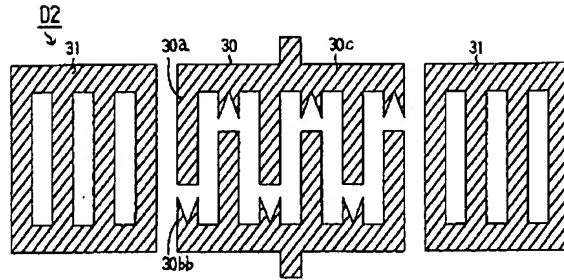
30c：バスバー

31：反射器

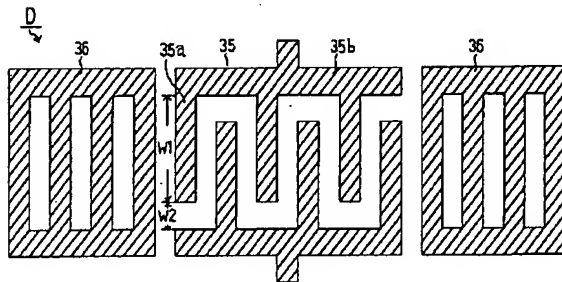
【図1】



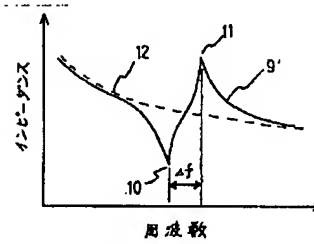
【図2】



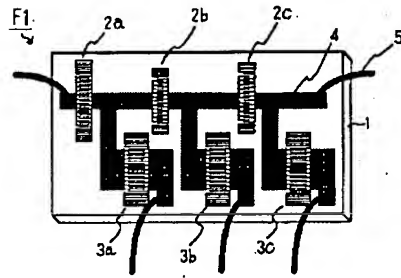
【図3】



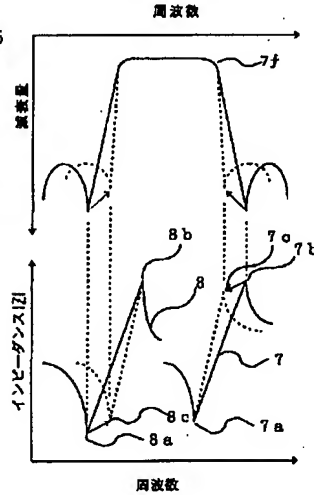
【図4】



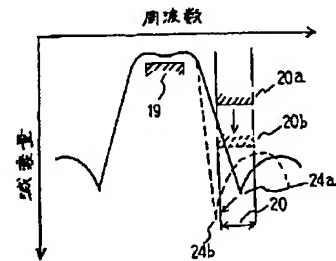
【図5】



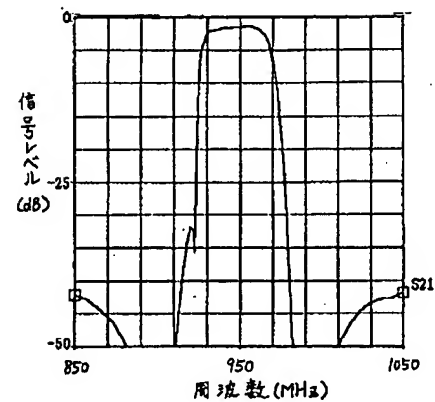
【図6】



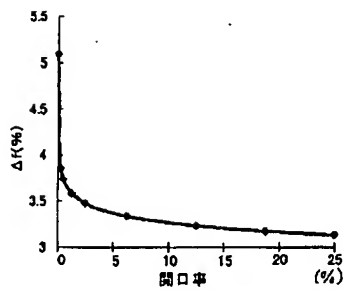
【図7】



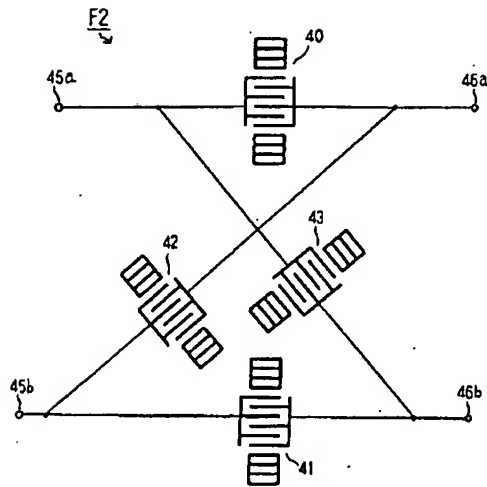
【図11】



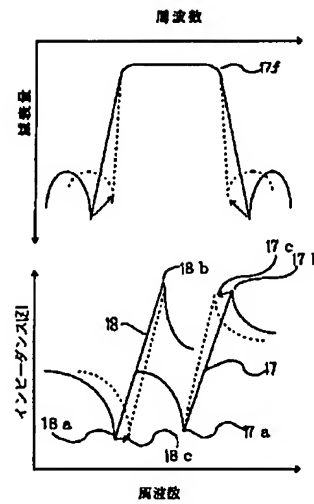
【図8】



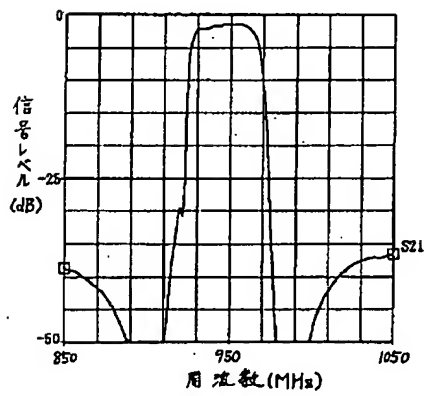
【図9】



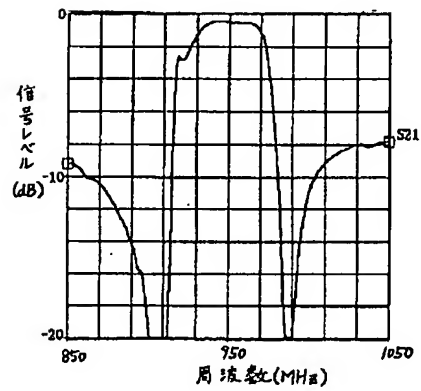
【図10】



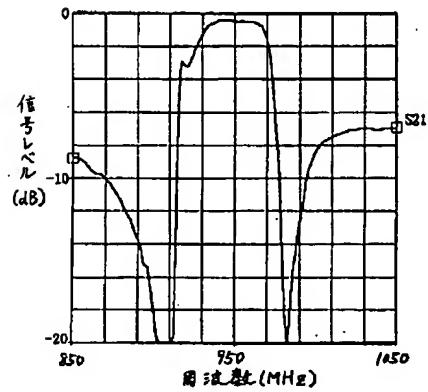
【図12】



【図13】



【図14】



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the surface acoustic wave equipment and the surface acoustic wave filter which are used as the resonator built in communication equipment, such as a cellular phone and a cellular phone, or a frequency band filter.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventional surface acoustic wave (by Surface Acoustic Wave, it abbreviates to SAW hereafter) equipment D is shown in drawing 3. In this drawing, 35 consists of aluminum etc. The IDT (Inter Digital Transducer) electrode of a ctenidium-like electrode, The bus bar whose 35a is a common electrode for the electrode finger of the IDT electrode 35 and 35b to prepare two or more electrode finger 35a, 36 is the reflector which it is arranged [reflector] to the both ends of the SAW propagation path of the IDT electrode 35, and resonates SAW efficiently, and w1. The die length of electrode finger 35a, and w2 It is spacing of electrode finger 35a and bus bar 35b of the other party. in addition, these components -- LiTaO₃ etc. -- what is formed on a piezo-electric substrate (not shown) -- it is -- moreover, the logarithm of electrode finger 35a -- several 10 - a number -- the number of 100 pairs and the electrode finger of a reflector 36 -- several 10 - a number -- in order to attain to 100, it has simplified and drawn in this drawing.

[0003] Moreover, the circuit diagram of three steps of conventional ladder mold (ladder mold) SAW filters F1 is shown in drawing 5. On the piezo-electric substrate 1, this ladder mold SAW filter F1 connects by turns, and constitutes the serial SAW resonators 2a-2c and the juxtaposition SAW resonators 3a-3c. In addition, in this drawing, the circuit pattern to which 4 connects the serial SAW resonators 2a-2c and the juxtaposition SAW resonators 3a-3c, and 5 are the wires for connecting with an external drive circuit etc.

[0004] the above -- SAW -- equipment (SAW resonator) -- D -- drawing 4 -- R -- > -- four -- being shown -- as -- a frequency -- an impedance -- the minimum -- becoming -- resonance frequency -- (-- fr -) -- ten -- reverse -- an impedance -- the maximum -- becoming -- antiresonant frequency -- (-- fa --) -- 11 -- having -- a duplex -- the resonance characteristic -- being shown. In this drawing, 9 is the impedance |Z|-frequency characteristics (henceforth an impedance characteristic) of a SAW resonator, and 12 is equivalent capacity. And about above-mentioned ladder mold SAW filter F1, as shown in drawing 6, it is proposed by bringing close and setting it as extent which resonance frequency 7a of the serial SAW resonators 2a-2c and antiresonant frequency 8b of the juxtaposition SAW resonators 3a-3c do not intersect that the band-pass filter which makes it 7f of passbands near [these] the frequency can be constituted (refer to JP,6-232682,A).

[0005] In addition, in drawing 6, 7 is the antiresonant frequency of the serial SAW resonators 2a-2c in case steepness has been improved by this invention so that the impedance characteristic of the serial SAW resonators 2a-2c and 7b may mention the antiresonant frequency of the serial SAW resonators 2a-2c, and 7c later. Moreover, 8 is the resonance frequency of the juxtaposition SAW resonators 3a-3c in case steepness has been improved by this invention so that the impedance characteristic of the

juxtaposition SAW resonators 3a-3c and 8a may mention the resonance frequency of the juxtaposition SAW resonators 3a-3c, and 8c later.

[0006] And in the SAW filter for communication equipment, such as a cellular phone, requirement specification designs the impedance characteristic of a SAW resonator the optimal. As a typical parameter which determines the impedance characteristic of a SAW resonator, there are resonance frequency f_r , antiresonant frequency f_a , $\Delta f = f_a - f_r$, and equivalent capacity, the design of the IDT electrode 35 of a SAW resonator can adjust these parameters, f_r can be controlled by the electrode finger 35a pitch of the IDT electrode 35, and equivalent capacity can be controlled by the crossover width of face ($w_1 - w_2$) of electrode finger 35a, and the logarithm of electrode finger 35a.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since f_a was mainly determined by the electromechanical coupling coefficient of the piezo-electric substrate 1, it decided mostly that it determined the quality of the material and thickness of the IDT electrode 35, and it had the problem that f_a could not be freely set up for each SAW resonator of every on the piezo-electric substrate 1. Therefore, when it was going to change the pass band width of an SAW filter, it needed to solve by modification of the quality of the material of the piezo-electric substrate 1, or the crystal orientation of a wafer. Moreover, when the pass band width of an SAW filter was determined, there was no method of improving attenuation slope (attenuation band width of face / pass band width).

[0008] In a conventional ladder mold SAW filter and a conventional skeleton pattern SAW filter, Δf of a SAW resonator becomes settled with the electromechanical coupling coefficient of the piezo-electric substrate 1 to be used as above-mentioned. For this reason, two or more SAW resonators formed on the same piezo-electricity substrate 1 bring a result with a respectively equivalent impedance characteristic and Δf , although absolute values differ.

[0009] Therefore, it was difficult to be satisfied with the SAW filter constituted by such SAW resonator of both the passband property which attenuation slope is limited and is made into the purpose, and a damping property. Moreover, it will need to be said that the demand of the improvement in the engine performance to electronic parts for frequency control like an SAW filter is strong, for example, it makes a damping property steep in recent years, without changing the pass band width of an SAW filter as shown in the dotted line of drawing 6.

[0010] Therefore, this invention is being completed in view of the above-mentioned situation, and the purpose's enabling adjustment of Δf of the SAW equipment (SAW resonator) formed on the same piezo-electric substrate for each SAW equipment of every, and improving a passband property, a damping property, etc. of an SAW filter.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The surface acoustic wave equipment of this invention is surface acoustic wave equipment which forms the ctenidium-like electrode of a lot in the principal plane of a piezo-electric substrate at least, and grows into it. It is spacing with the bus bar which faces w_1 and said electrode fingertip edge in the die length of the electrode finger of said ctenidium-like electrode w_2 . When it carries out, it is characterized by making a small electrode finger protrude from the bus bar which sets to $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$, and faces said electrode fingertip edge at said spacing section.

[0012] In this invention, said small electrode finger serves as a tapered form from said bus bar towards said direction of an electrode fingertip edge preferably.

[0013] Moreover, the surface acoustic wave filter of this invention is the ladder mold surface acoustic wave filter or balanced type surface acoustic wave filter which connects two or more surface acoustic wave equipments, and changes on the same piezo-electric substrate, and it is characterized by being surface acoustic wave equipment of the above [at least one piece] of said surface acoustic wave equipment.

[0014] This invention does the following effectiveness so by the above-mentioned configuration. In the case of the lithium tantalate (LiTaO_3) single crystal for piezo-electric substrates, or a lithium NIOBETO (LiNbO_3) single crystal, at the intersection and the non-intersection (small electrode finger part) of an electrode finger of an IDT electrode, it is an electromechanical coupling coefficient k_2 clearly. It differs.

And it is the electromechanical coupling coefficient k_2 of an electrode finger part by changing a numerical aperture ($w_2/w_1 \times 100\%$). It is influenced of a small electrode finger part, and decreases. [0015] Here, a numerical aperture and the relation of Δf are shown in drawing 8. At less than 4% of numerical apertures, although the degree of freedom on a design has the greatly large rate of change of Δf , it not only cannot ignore, but [since the effect which manufacture deflection has on a passband is serious,] the yield of micro processing by the photolithography method etc. deteriorates rapidly. For example, if a 950MHz lithium tantalate single crystal considers, the SAW wavelength λ has 10λ extent suitable for the crossover width of face (w_1-w_2) of about 3.7 micrometers and an electrode finger in many cases, and since 4% of numerical apertures is set to about 0.15 micrometers, the exact formation by the photolithography method is difficult for them in under this precision. On the other hand, change of Δf will be saturated if a numerical aperture exceeds 20%.

[0016] moreover, the thing for which a RF signal is inputted from the exterior in the SAW equipment D of drawing 3 -- the electrode finger 35a section -- false -- although SAW is produced -- this false SAW - - from the SAW propagation shaft of an electrode finger 35a center section -- being spread -- spacing w_2 The wave which spreads the section occurs. In addition, said spacing w_2 The electrode finger 35a section equivalent to the section is called electrode finger neck (non-intersection). As compared with the electrode finger 35a section, since the electrode surface product is small, this electrode finger neck is with SAW which spreads an electrode finger neck, and SAW which spreads an electrode finger 35a center section (intersection), and the speed difference produces it. Thereby, he is k_2 electric machine joint grandchild. The same phenomenon as the case where it becomes small is shown, and Δf becomes small.

[0017] Since the resonance characteristic of a SAW resonator turns into the synthetic property of SAW of the electrode finger 35a section, and SAW of an electrode finger neck, Δf is controllable by adjusting a numerical aperture. Moreover, when a numerical aperture is enlarged comparatively, the problem that the light exposure in said electrode finger neck in a photolithography process becomes large, and the line breadth of said electrode finger neck becomes thinner than the set point by the so-called halation arises. In this case, since the electric resistance of the part which became thin increases, the increment in an insertion loss and the fall of power-proof nature (dependability) will be caused.

[0018] Then, when a numerical aperture is changed, in order to prevent line breadth reduction of an electrode finger neck, it is spacing w_2 . The small electrode finger which protrudes on the section from a bus bar, and does not touch electrode finger 35a is formed. If the configuration of a small electrode finger is made into the shape of same rectangle as electrode finger 35a at this time, the above-mentioned speed difference will become small and control of Δf will become difficult. Therefore, thinning of the line breadth of an electrode finger neck can be prevented by the tapered form and forming so that line breadth may become narrow if it puts in another way, without losing the above-mentioned speed difference as a small electrode finger is gone at the tip of electrode finger 35a from a bus bar.

[0019] When the SAW filter of this invention makes Δf of one SAW resonator small as shown in drawing 6 for example, the impedance characteristic to antiresonant frequency f_a will change from the resonance frequency f_r of this SAW resonator rapidly as compared with other SAW resonators. Consequently, attenuation slope becomes steep while the property of an SAW filter had maintained the passband 7f piece. Since the attenuation pole of an SAW filter more specifically moves to 24b from 24a as shown in drawing 7, the magnitude of attenuation is made to 20b from 20a. In addition, in this drawing, 19 is a passband and 20 is a decay area.

[0020]

[Embodiment of the Invention] The SAW equipment of this invention is explained below. Drawing 1 and drawing 2 are the top views of the basic configuration of the SAW equipments D [D1 and] 2 by this invention. For an IDT electrode and 30a, in drawing 1, an electrode finger and 30b of a small electrode finger and 30c are [30 / a bus bar and 31] reflectors. It is spacing with bus bar 30c of the IDT electrode 30 which faces w_1 and an electrode finger 30a tip in the die length of electrode finger 30a w_2 When it carries out, it is $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$ and small electrode finger 30b which protruded from bus bar 30c in said spacing section is prepared.

[0021] In the example of drawing 1, small electrode finger 30b is made into the shape of a triangle, as the dotted-line section shows, the base part of small electrode finger 30b may be made broad, or small electrode finger 30b may be formed rounded. Smallness electrode finger 30bb may consist of the two triangle-like sections, and may divide the example of drawing 2 or more into three.

[0022] In this invention, spacing at a small electrode fingertip edge and the tip of electrode finger 35a has 0.15λ -desirable 0.35λ , and the yield of micro processing by the photolithography method etc. deteriorates rapidly under in 0.15λ . Moreover, since spacing of electrode finger 35a and a small electrode finger will spread if 0.35λ is exceeded, thinning by halation becomes remarkable.

[0023] Moreover, it is good to make area of a small electrode finger into 50% - the 150% (dotted-line section of drawing 1) as compared with the case (alternate long and short dash line section of drawing 1) where a small electrode finger is a rectangle-like, and it will become difficult to control Δf , if the effectiveness, i.e., the effectiveness which controls thinning by halation, of giving a small electrode finger at less than 50% falls and it exceeds 150%.

[0024] The case where this invention is applied to ladder mold SAW filter F1 of drawing 5 is explained below. Two pieces, serial SAW resonator 2b and 2c, constitute like drawing 1. Drawing 6 shows the frequency characteristics (upper graph) of the passband of ladder mold SAW filter F1, and the impedance characteristic (upper graph) of a SAW resonator. The impedance characteristic 7 of serial SAW resonator 2a is w_2 / w_1 . Δf 's decreasing and holding resonance frequency 7a by having made it larger than before, antiresonant frequency 7b moves to a low frequency side, and is set to 7c.

Corresponding to change of this impedance characteristic, as for the frequency characteristics of the passband of SAW filter F1, the damping property by the side of a high region becomes steep.

[0025] Moreover, the impedance characteristic 8 of juxtaposition SAW resonator 3b is w_2 / w_1 . By having made it larger than before, Δf decreases, antiresonant frequency 8b is held, and resonance frequency 8a moves to a RF side, and is set to 8c. Corresponding to change of this impedance characteristic, as for the frequency characteristics of the passband of SAW filter F1, the damping property by the side of low-pass changes steeply.

[0026] Such w_2 / w_1 The change width of face of Δf obtained by adjustment is LiTaO₃ of 42 degree Y cut-X propagation. To Δf decided with the piezo-electric substrate 1 which consists of a single crystal, it is about 10% and whenever [of the damping property of an SAW filter / steep] can fully be improved.

[0027] Specifically, electrode finger 30a of SAW resonator 2b of two pieces of this invention and 2c is the die length w_1 of 86 pairs, 94 pairs, and electrode finger 30a about SAW filter F1 of a 900MHz band. Both the quality of the materials of 10λ and electrode finger 30a use aluminum which formed membranes with vacuum deposition, and both the thickness of electrode finger 30a is 410nm and spacing w_2 . w_1 It set up to both 12.5%. Moreover, electrode finger 30a piece and electrode finger 30a spacing are about 1 micrometer, respectively. The frequency characteristics acquired by drawing 12 by this invention in the frequency characteristics of the signal level before improving to drawing 11 are shown. The damping property is improved by this invention.

[0028] The circuit diagram of balanced type (bridge type) SAW filter F2 of the shape of a symmetry grid by this invention is shown in drawing 9. This invention is applied about two SAW resonators 40 and 41 connected to the serial arm. In addition, in this drawing, an input terminal, and 46a and 46b of 42, two SAW resonators by which 43 was connected to the juxtaposition arm, and 45a and 45b are output terminals.

[0029] The frequency characteristics of the passband of balanced type SAW filter F2 and the impedance characteristic of the SAW resonators 40-43 are shown in drawing 10. The impedance characteristic 17 of the SAW resonator 40 is w_2 / w_1 . Δf 's decreasing and holding resonance frequency 17a by having made it larger than before, antiresonant frequency 17b moves to a low frequency side, and is set to 17c. Corresponding to change of this impedance characteristic, as for the frequency characteristics of 17f of passbands of SAW filter F2, the damping property by the side of a high region becomes steep.

[0030] Moreover, the impedance characteristic 18 of the SAW arm resonators 42 and 43 is w_2 / w_1 . By

having made it larger than before, Δf decreases, antiresonant frequency 18b is held, and resonance frequency 18a moves to a RF side, and is set to 18c. Corresponding to change of this impedance characteristic, as for the frequency characteristics of 17f of passbands of SAW filter F2, the damping property by the side of low-pass becomes steep.

[0031] Such w_2 / w_1 The change width of face of Δf obtained by adjustment is LiTaO₃ of 42 degreeY cut-X propagation like ladder mold SAW filter F1. To Δf decided with the piezo-electric substrate 1 which consists of a single crystal, it is about 10% and whenever [of the damping property of an SAW filter / steep] can fully be improved.

[0032] Specifically, electrode finger 30a of two SAW resonators 40 and 41 of this invention is the die length w_1 of 60 pairs, 60 pairs, and electrode finger 30a about SAW filter F2 of a 900MHz band. Both the quality of the materials of 15λ and an electrode use aluminum which formed membranes with vacuum deposition, and both the thickness of electrode finger 30a is 410nm and spacing w_2 . w_1 It set up to both 12.0%. Moreover, electrode finger 30a piece and electrode finger 30a spacing are about 1 micrometer, respectively. The frequency characteristics acquired by drawing 14 by this invention in the frequency characteristics of the signal level before improving to drawing 13 are shown. The damping property is improved by this invention.

[0033] In this invention, it consists of aluminum or an aluminum alloy (an aluminum-Cu system, aluminum-Ti system, etc.), and especially aluminum has high excitation effectiveness, and since ingredient cost is low, the IDT electrode 30 has it. [desirable] Moreover, the IDT electrode 30 is formed by the thin film forming methods, such as vacuum deposition, the sputtering method, or a CVD method.

[0034] The logarithm of electrode finger 30a of the IDT electrode 30 50 to about [and] 200 The line breadth of electrode finger 30a spacing of about 0.1-10.0 micrometers and electrode finger 30a About 0.1-10.0 micrometers, The thickness of about 10-100 micrometers and IDT electrode 30a is suitable for the aperture width (crossover width of face) of electrode finger 30a, when being referred to as about 0.2-0.4 micrometers acquires the expected property as a SAW resonator or an SAW filter. Moreover, if piezoelectric material, such as a zinc oxide and an aluminum oxide, is formed between the electrode fingers of IDT electrode 30a, the resonance effectiveness of SAW improves and is suitable.

[0035] As a piezo-electric substrate, it is LiTaO₃ of 36 degrees **10 degreeY cut-X propagation. LiNbO₃ of a single crystal and 64 degreeY cut-X propagation LiB 407 of a single crystal and 45-degreeX cut-Z propagation Since [that an electromechanical coupling coefficient is / a single crystal etc. / large and] the group delay temperature coefficient is small, it is desirable, and it is LiTaO₃ of the 36 degrees **10 degreeY cut-X propagation especially with a big electromechanical coupling coefficient. A single crystal is good. Moreover, sufficient piezo-electric property is acquired in that case that the cut angle in crystal Y shaft orientations should just be within the limits of 36 degrees **10 degrees. The thickness of a piezo-electric substrate has about 0.1-0.5 goodmm, a piezo-electric substrate becomes weak in less than 0.1mm, and ingredient cost becomes large in 0.5mm **.

[0036] In this way, while the SAW equipment of this invention can control Δf by adjusting the numerical aperture ($w_2/w_1 \times 100\%$) of the electrode finger of an IDT electrode, when it forms an IDT electrode at a photolithography process, it can prevent that an electrode finger neck carries out thinning and an SAW filter is constituted from SAW equipment of this invention, it has the operation effectiveness that the damping property of a passband edge is improved.

[0037] Furthermore, of course in the SAW filter of this invention, it is [that what is necessary is just to have at least one SAW equipment which set to $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$ and formed the small electrode finger] good also considering all SAW equipments as the above-mentioned configuration. Moreover, SAW equipment or an SAW filter may be prepared in both the principal planes (front rear face) of a piezo-electric substrate.

[0038] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt, and modification various by within the limits which does not change the summary of this invention does not interfere at all.

[0039]

[Effect of the Invention] This invention is spacing with the bus bar of the IDT electrode which faces w_1 and an electrode fingertip edge in the die length of the electrode finger of an IDT electrode w_2 . When it carries out, while being $0.04 \leq w_2/w_1 \leq 0.20$ and being able to control Δf of SAW equipment by having made the small electrode finger protrude from said bus bar in said spacing section. When forming an IDT electrode at a photolithography process, and it can prevent that an electrode finger neck carries out thinning and an SAW filter is constituted, the damping property of a passband edge is improved.

[Translation done.]